

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-275518

(P 2 0 0 0 - 2 7 5 5 1 8 A)

(43)公開日 平成12年10月6日(2000.10.6)

(51)Int.Cl.⁷

G02B 15/16

識別記号

F I

G02B 15/16

テーマコード (参考)

2H087

審査請求 未請求 請求項の数30 O L (全16頁)

(21)出願番号 特願平11-79572

(22)出願日 平成11年3月24日(1999.3.24)

(71)出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72)発明者 榎本 隆

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(72)発明者 野村 博

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(74)代理人 100083286

弁理士 三浦 邦夫

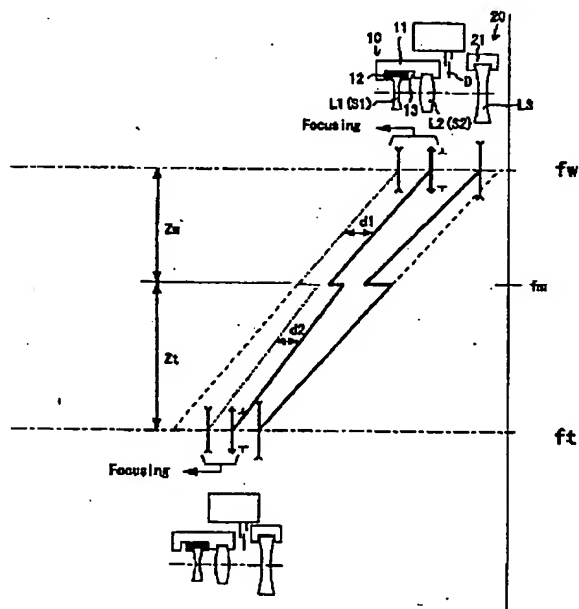
最終頁に続く

(54)【発明の名称】ズームレンズ系

(57)【要約】

【目的】 高ズーム比で小型のズームレンズ系を得る。

【構成】 複数の変倍レンズ群の少なくとも1つのレンズ群を、2以上のサブ群を有し、いずれか1つのサブ群が他のサブ群に対して物体側と像面側のいずれかの移動端に可動である切替群となし、ワイド端から中間焦点距離に至るワイド側ズーム域では、この切替群中の可動サブ群を物体側の移動端に保持した状態において、切替群を含む複数の変倍レンズ群を互いの空気間隔を変化させながら物体側に移動させ、中間焦点距離において、切替群中の可動サブ群を像面側の移動端に移動させるとともに、切替群を含む複数の変倍レンズ群をそれぞれ像面側に移動させ、中間焦点距離からテレ端に至るテレ側ズーム域では、切替群中の可動サブ群を像面側の移動端に保持した状態において、切替群を含む複数の変倍レンズ群を互いの空気間隔を変化させながら物体側に移動させるズームレンズ系。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 焦点距離を変化させるために相対移動する複数の変倍レンズ群からなるズームレンズ系において、

上記複数の変倍レンズ群の少なくとも 1 つのレンズ群を、2 以上のサブ群を有し、いずれか 1 つのサブ群が他のサブ群に対して光軸方向に可動である切替群となし、この切替群中の可動サブ群を、ズームレンズ系の可変焦点距離域のうちの第 1 の焦点距離域において他のサブ群とのレンズ間隔を第 1 の状態に保ち、上記第 1 の焦点距離域とは異なる領域を含む第 2 の焦点距離域において他のサブ群とのレンズ間隔を上記第 1 の状態とは異なる第 2 の状態に保つことを特徴とするズームレンズ系。

【請求項 2】 請求項 1 記載のズームレンズ系において、切替群中の 2 つのサブ群を第 1 の状態と第 2 の状態との間で切り換えるとき、該切替群と他の変倍レンズ群との間隔を変化させるズームレンズ系。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 記載のズームレンズ系において、変倍レンズ群は前後 2 群が備えられ、切替群は、前群または後群であるズームレンズ系。

【請求項 4】 請求項 1 または 2 記載のズームレンズ系において、変倍レンズ群は前後 3 群が備えられ、切替群は、3 群のうちのいずれか 1 群であるズームレンズ系。

【請求項 5】 請求項 4 記載のズームレンズ系において、切替群は、3 群の中間の 2 群であるズームレンズ系。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、切替群は同時に焦点調節用のフォーカスレンズ群であるズームレンズ系。

【請求項 7】 請求項 1 記載のズームレンズ系において、切替群は、複数の群が備えられているズームレンズ系。

【請求項 8】 請求項 7 記載のズームレンズ系において、切替群中の可動サブ群の他のサブ群との間隔を第 1 の状態と第 2 の状態とに切り換える境界の中間焦点距離は、複数の切替群において同一であるズームレンズ系。

【請求項 9】 請求項 7 記載のズームレンズ系において、切替群中の可動サブ群の他のサブ群との間隔を第 1 の状態と第 2 の状態とに切り換える境界の中間焦点距離は、複数の切替群において互いに異なるズームレンズ系。

【請求項 10】 物体側から順に、負のパワーの第 1 レンズ群と、正のパワーの第 2 レンズ群と、負のパワーの第 3 レンズ群とからなり、各群間の相対距離を変更することにより、全系の焦点距離を短焦点距離端と長焦点距離端の間で変化させるズームレンズ系において、上記第 1 ないし第 3 レンズ群は、次の A、B、C のズームリング基礎軌跡を有することを特徴とするズームレンズ系。

A ; 上記短焦点距離端から中間の焦点距離までの短焦点距離側ズームリング域では、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群

は第 1 の間隔を保持して一体に、第 3 レンズ群との空気間隔を変化させながら該第 3 レンズ群とともに物体側に移動する。

B ; 上記中間焦点距離において、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群は、短焦点距離側ズームリング域内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動して、かつその間隔を上記第 1 の間隔より狭め、第 3 レンズ群は、短焦点距離側ズームリング域内の長焦点側端部における位置より像面側に移動する。

10 C ; 上記中間焦点距離から長焦点距離端までの長焦点距離側ズームリング域では、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群は、上記第 1 の間隔より狭い第 2 の間隔を保持して一体に、第 3 レンズ群との空気間隔を変化させながら該第 3 レンズ群とともに物体側に移動する。

【請求項 11】 請求項 10 記載のズームレンズ系において、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群は、焦点距離域に拘わらず、焦点調節時に一体に移動するフォーカスレンズ群であるズームレンズ系。

20 【請求項 12】 物体側から順に、正のパワーの第 1 レンズ群と、負のパワーの第 2 レンズ群と、正のパワーの第 3 レンズ群と、負のパワーの第 4 レンズ群とからなり、各群間の相対距離を変更することにより、全系の焦点距離を短焦点距離端と長焦点距離端の間で変化させるズームレンズ系において、上記第 1 ないし第 4 レンズ群は、次の A、B、C のズームリング基礎軌跡を有することを特徴とするズームレンズ系。

A ; 短焦点距離端から中間の焦点距離までの短焦点距離側ズームリング域では、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群は第 1 の間隔を保持して一体に、第 1 レンズ群及び第 4 レンズ群との空気間隔を変化させながら該第 1 レンズ群及び第 4 レンズ群とともに物体側に移動する。

B ; 上記中間焦点距離において、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群は、短焦点距離側ズームリング域内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動して、かつその間隔を上記第 1 の間隔より狭め、第 1 レンズ群及び第 4 レンズ群は、短焦点距離側ズームリング域内の長焦点側端部における位置より像面側に移動する。

40 C ; 上記中間焦点距離から長焦点距離端までの長焦点距離側ズームリング域では、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群は、上記第 1 の間隔より狭い第 2 の間隔を保持して一体に、第 1 レンズ群及び第 4 レンズ群との空気間隔を変化させながら該第 1 レンズ群及び第 4 レンズ群とともに物体側に移動する。

【請求項 13】 請求項 12 記載のズームレンズ系において、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群は、焦点距離域に拘わらず、焦点調節時に一体に移動するフォーカスレンズ群であるズームレンズ系。

50 【請求項 14】 物体側から順に、負のパワーの第 1 レンズ群と、負のパワーの第 2 レンズ群と、正のパワーの

第3レンズ群と、負のパワーの第4レンズ群とからなり、各群間の相対距離を変更することにより、全系の焦点距離を短焦点距離端と長焦点距離端の間で変化させるズームレンズ系において、

上記第1ないし第4レンズ群は、次のA、B、Cのズームリング基礎軌跡を有することを特徴とするズームレンズ系。

A；短焦点距離端から中間の焦点距離までの短焦点距離側ズームリング域では、第2レンズ群と第3レンズ群は第1の間隔を保持して一体に、第1レンズ群及び第4レンズ群との空気間隔を変化させながら該第1レンズ群及び

B；上記中間焦点距離において、第2レンズ群と第3レンズ群は、短焦点距離側ズームリング域内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動して、かつその間隔を上記第1の間隔より狭め、第1レンズ群及び第4レンズ群は、短焦点距離側ズームリング域内の長焦点側端部における位置像面側に移動する。

C；上記中間焦点距離から長焦点距離端までの長焦点距離側ズームリング域では、第2レンズ群と第3レンズ群は、上記第1の間隔より狭い第2の間隔を保持して一体に、第1レンズ群及び第4レンズ群との空気間隔を変化させながら該第1レンズ群及び第4レンズ群とともに物

【請求項15】 請求項14記載のズームレンズ系において、第2レンズ群と第3レンズ群は、焦点距離域に拘わらず、焦点調節時に一体に移動するフォーカスレンズ群であるズームレンズ系。

【請求項16】 物体側から順に、負のパワーの第1レンズ群と、正のパワーの第2レンズ群と、正のパワーの第3レンズ群と、負のパワーの第4レンズ群とからなり、各群間の相対距離を変更することにより、全系の焦点距離を短焦点距離端と長焦点距離端の間で変化させるズームレンズ系において、

上記第1ないし第4レンズ群は、次のA、B、Cのズームリング基礎軌跡を有することを特徴とするズームレンズ系。

A；短焦点距離端から中間の焦点距離までの短焦点距離側ズームリング域では、第1レンズ群と第2レンズ群は広間隔を保持し、第3レンズ群と第4レンズ群は広間隔を保持し、この広間隔の第1レンズ群と第2レンズ群、広間隔の第3レンズ群と第4レンズ群は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

B；上記中間焦点距離において、第1レンズ群と第2レンズ群は、短焦点距離側ズームリング域内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動して、かつその間隔を上記広間隔より狭い狭間隔とし、第3レンズ群と第4レンズ群は、短焦点距離側ズームリング域内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動して、かつその間隔を上記広間隔より狭い狭間隔とする。

C；上記中間焦点距離から長焦点距離端までの長焦点距離側ズームリング域では、第1レンズ群と第2レンズ群は狭間隔を保持し、第3レンズ群と第4レンズ群は狭間隔を保持し、この狭間隔の第1レンズ群と第2レンズ群、及び狭間隔の第3レンズ群と第4レンズ群は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

【請求項17】 請求項16記載のズームレンズ系において、第1レンズ群と第2レンズ群は、焦点距離域に拘わらず、焦点調節時に一体に移動するフォーカスレンズ群であるズームレンズ系。

【請求項18】 物体側から順に、負のパワーの第1レンズ群と、正のパワーの第2レンズ群と、正のパワーの第3レンズ群と、負のパワーの第4レンズ群とからなり、各群間の相対距離を変更することにより、全系の焦点距離を短焦点距離端と長焦点距離端の間で変化させるズームレンズ系において、

上記第1ないし第4レンズ群は、次のA、B、C、D、Eのズームリング基礎軌跡を有することを特徴とするズームレンズ系。

A；短焦点距離端から第一の中間の焦点距離までの短焦点距離側ズームリング域では、第1レンズ群と第2レンズ群は広間隔を保持し、第3レンズ群と第4レンズ群は広間隔を保持し、この広間隔の第1レンズ群と第2レンズ群、広間隔の第3レンズ群と第4レンズ群は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

B；上記第一の中間焦点距離において、第1レンズ群と第2レンズ群は、短焦点距離側ズームリング域内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動して、かつその間隔を上記広間隔より狭い狭間隔とし、第3レンズ群と第4レンズ群は、一体に像面側に移動する。

C；上記第一の中間焦点距離から第二の中間焦点距離までの中間焦点距離ズームリング域では、第1レンズ群と第2レンズ群は狭間隔を保持し、第3レンズ群と第4レンズ群は広間隔を保持し、この狭間隔の第1レンズ群と第2レンズ群、広間隔の第3レンズ群と第4レンズ群は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

D；上記第二の中間焦点距離において、第3レンズ群と第4レンズ群は、上記中間焦点距離ズームリング域内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動して、かつその間隔を上記広間隔より狭い狭間隔とし、第1レンズ群と第2レンズ群は、一体に像面側に移動する。

E；上記第二の中間焦点距離から長焦点距離端までの長焦点距離側ズームリング域では、第1レンズ群と第2レンズ群は狭間隔を保持し、第3レンズ群と第4レンズ群は、狭間隔を保持し、この狭間隔の第1レンズ群と第2レンズ群、及び狭間隔の第3レンズ群と第4レンズ群は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

【請求項19】 請求項18記載のズームレンズ系にお

いて、第1レンズ群と第2レンズ群は、焦点距離域に拘わらず、焦点調節時に一体に移動するフォーカスレンズ群であるズームレンズ系。

【請求項20】 物体側から順に、負のパワーの第1レンズ群と、正のパワーの第2レンズ群と、正のパワーの第3レンズ群と、負のパワーの第4レンズ群とからなり、各群間の相対距離を変更することにより、全系の焦点距離を短焦点距離端と長焦点距離端の間で変化させるズームレンズ系において、

上記第1ないし第4レンズ群は、次のA、B、C、D、Eのズームリング基礎軌跡を有することを特徴とするズームレンズ系。

A；短焦点距離端から第一の中間の焦点距離までの短焦点距離側ズームリング域では、第1レンズ群と第2レンズ群は広間隔を保持し、第3レンズ群と第4レンズ群は広間隔を保持し、この広間隔の第1レンズ群と第2レンズ群、広間隔の第3レンズ群と第4レンズ群は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

B；上記第一の中間焦点距離において、第3レンズ群と第4レンズ群は、短焦点距離側ズームリング域内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動して、かつその間隔を上記広間隔より狭い狭間隔とし、第1レンズ群と第2レンズ群は、一体に像面側に移動する。

C；上記第一の中間焦点距離から第二の中間焦点距離までの中間焦点距離ズームリング域では、第1レンズ群と第2レンズ群は広間隔を保持し、第3レンズ群と第4レンズ群は狭間隔を保持し、この広間隔の第1レンズ群と第2レンズ群、及び狭間隔の第3レンズ群と第4レンズ群は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

D；上記第二の中間焦点距離において、第1レンズ群と第2レンズ群は、上記中間焦点距離ズームリング域内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動して、かつその間隔を上記広間隔より狭い狭間隔とし、第3レンズ群と第4レンズ群は、一体に像面側に移動する。

E；上記第二の中間焦点距離から長焦点距離端までの長焦点距離側ズームリング域では、第1レンズ群と第2レンズ群は狭間隔を保持し、第3レンズ群と第4レンズ群は狭間隔を保持し、この狭間隔の第1レンズ群と第2レンズ群、及び狭間隔の第3レンズ群と第4レンズ群は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

【請求項21】 請求項20記載のズームレンズ系において、第1レンズ群と第2レンズ群は、焦点距離域に拘わらず、焦点調節時に一体に移動するフォーカスレンズ群であるズームレンズ系。

【請求項22】 物体側から順に、正のパワーの第1レンズ群と、負のパワーの第2レンズ群と、正のパワーの第3レンズ群と、負のパワーの第4レンズ群とからなり、各群間の相対距離を変更することにより、全系の焦

点距離を短焦点距離端と長焦点距離端の間で変化させるズームレンズ系において、

上記第1ないし第4レンズ群は、次のA、B、Cのズームリング基礎軌跡を有することを特徴とするズームレンズ系。

A；短焦点距離端から中間の焦点距離までの短焦点距離側ズームリング域では、第1レンズ群と第2レンズ群は狭間隔、第2レンズ群と第3レンズ群は広間隔を保持し、これらの第1ないし第3レンズ群は、第4レンズ群との空気間隔を変化させながら、該第4レンズ群とともに物体側に移動する。

B；上記中間焦点距離において、第2レンズ群は像面側に移動して、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔を広間隔、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔を狭間隔とする。

C；上記中間焦点距離から長焦点距離端までの長焦点距離側ズームリング域では、第1レンズ群と第2レンズ群は広間隔、第2レンズ群と第3レンズ群は狭間隔を保持し、これらの第1ないし第3レンズ群は、第4レンズ群との空気間隔を変化させながら、該第4レンズ群とともに物体側に移動する。

【請求項23】 請求項22記載のズームレンズ系において、第1レンズ群ないし第3レンズ群は、焦点距離域に拘わらず、焦点調節時に一体に移動するフォーカスレンズ群であるズームレンズ系。

【請求項24】 請求項1ないし23のいずれか1項記載のズームレンズ系において、該ズームレンズ系は、撮影レンズ系とファインダ光学系が別々の光軸を有するカメラの撮影レンズ系として用いられるズームレンズ系。

【請求項25】 請求項10ないし24のいずれか1項記載のズームレンズ系において、各レンズ群の撮影時の停止位置は、ズームリング基礎軌跡上において、ステップワイズに定められるズームレンズ系。

【請求項26】 ズームリング時に移動する複数の変倍レンズ群を有するズームレンズ系において、少なくとも一つの変倍レンズ群は、複数のサブ群からなっていて、これらサブ群のいずれか1つのサブ群は、他のサブ群との関係において光軸方向の両移動端のいずれか一方に選択して位置する可動サブ群であること；短焦点距離端から中間焦点距離に至る短焦点距離側ズームリング域と、中間焦点距離から長焦点距離端に至る長焦点距離側ズームリング域とで、上記可動サブ群は互いに異なるいずれか一方の移動端に位置すること；及び上記複数のサブ群を有する変倍レンズ群と他の変倍レンズ群のズームリング基礎軌跡は、上記中間焦点距離において不連続であり、上記可動サブ群の位置に応じ、正しく像面に結像するように定められていること；を特徴とするズームレンズ系。

【請求項27】 焦点距離を変化させるために相対移動する複数の変倍レンズ群からなるズームレンズ系におい

て、
上記複数の変倍レンズ群の少なくとも1つのレンズ群を、2以上のサブ群を有し、いずれか1つのサブ群が他のサブ群に対して物体側と像面側のいずれかの移動端に可動である切替群となし、

短焦点距離端から中間焦点距離に至る短焦点距離側ズームリング域では、この切替群中の可動サブ群を物体側の移動端に保持した状態において、切替群を含む複数の変倍レンズ群を互いの空気間隔を変化させながら物体側に移動させ、

中間焦点距離において、切替群中の可動サブ群を像面側の移動端に移動させるとともに、切替群を含む複数の変倍レンズ群をそれぞれ像面側に移動させ、

中間焦点距離から長焦点距離端に至る長焦点距離側ズームリング域では、切替群中の可動サブ群を像面側の移動端に保持した状態において、切替群を含む複数の変倍レンズ群を互いの空気間隔を変化させながら物体側に移動させることを特徴とするズームレンズ系。

【請求項28】 焦点距離を変化させるために相対移動する複数の変倍レンズ群からなるズームレンズ系において、

上記複数の変倍レンズ群中の複数のレンズ群を、2以上のサブ群を有し、いずれか1つのサブ群が他のサブ群に対して物体側と像面側のいずれかの移動端に可動である切替群となし、

短焦点距離端においては、これら切替群中の可動サブ群をすべて物体側の移動端に位置させ、

短焦点距離端から長焦点距離端に至る間の複数の中間焦点距離において、上記複数の切替群中の可動サブ群を順次物体側の移動端から像面側の移動端に移動させるとともに、切替群を含むすべての変倍レンズ群を物体側に移動させ、

短焦点距離端から最初の中間焦点距離、複数の中間焦点距離の間、及び最後の中間焦点距離から長焦点距離端の各ズームリング域においては、切替群を含む複数の変倍レンズ群を互いの空気間隔を変化させながら物体側に移動させることを特徴とするズームレンズ系。

【請求項29】 請求項28記載のズームレンズ系において、複数の変倍レンズ群は、全てが切替群であるズームレンズ系。

【請求項30】 請求項29記載のズームレンズ系において、変倍レンズ群の数は2つであるズームレンズ系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】本発明は、ズームレンズ系に関する。

【0002】

【従来技術及びその問題点】ズームレンズ系において、高ズーム比と小型化は、二律背反的要求であった。例えば、小型にできる2群ズームレンズ系において、ズーム比を大きくするべく構成レンズ群の移動軌跡を定める

(移動軌跡の解を求める)と、テレ側でのレンズ群の干渉、あるいはワイド側での像面との干渉が生じる。一方、3群ズームレンズ系では、2群ズームレンズ系よりズーム比を大きくできるが、小型化が困難である。また、さらなる高ズーム比を得るべく構成レンズ群のパワーを定めると、機構上、精度が出ない。

【0003】

【発明の目的】本発明は、高ズーム比でありながら小型化できるズームレンズ系を得ることを目的とする。

10 【0004】

【発明の概要】本発明は、その第一の態様によると、焦点距離を変化させるために相対移動する複数の変倍レンズ群からなるズームレンズ系において、複数の変倍レンズ群の少なくとも1つのレンズ群を、2以上のサブ群を有し、いずれか1つのサブ群が他のサブ群に対して光軸方向に可動である切替群となし、この切替群中の可動サブ群を、ズームレンズ系の可変焦点距離域のうちの第1の焦点距離域において他のサブ群とのレンズ間隔を第1の状態に保ち、上記第1の焦点距離域とは異なる領域を含む第2の焦点距離領域において他のサブ群とのレンズ間隔を上記第1の状態とは異なる第2の状態に保つことを特徴としている。

【0005】切替群中の2つのサブ群を第1の状態と第2の状態との間で切り換えるときには、該切替群と他の変倍レンズ群との間隔を変化させる。変倍レンズ群の数は、2群または3群とするのが構成が簡単で好ましい。前後2群の場合、切替群は前群または後群とすることができる。前後3群の場合、切替群は、3群のうちのいずれか1群とすることができ、中でも、中間の2群を切替群とするのが好ましい。切替群は同時に焦点調節用のフォーカスレンズ群とすることができる。

【0006】また、切替群を複数設けても本発明のズームレンズ系は成立する。この場合、切替群中の可動サブ群の他のサブ群との間隔を第1の状態と第2の状態とに切り換える境界の中間焦点距離は、複数の切替群において同一とすることも、異ならせることもできる。

【0007】本発明は、別の態様によると、ズームリング時に移動する複数の変倍レンズ群を有するズームレンズ系において、少なくとも一つの変倍レンズ群は、複数のサブ群からなっていて、これらサブ群のいずれか1つのサブ群は、他のサブ群との関係において光軸方向の両移動端のいずれか一方に選択して位置する可動サブ群であること；短焦点距離端から中間焦点距離に至る短焦点距離側ズームリング域と、中間焦点距離から長焦点距離端に至る長焦点距離側ズームリング域とで、上記可動サブ群は互いに異なるいずれか一方の移動端に位置すること；及び複数のサブ群を有する変倍レンズ群と他の変倍レンズ群のズームリング基礎軌跡は、上記中間焦点距離において不連続であり、上記可動サブ群の位置に応じ、正しく像面に結像するように定められていること；を特徴として

20
30
40
50

いる。

【0008】本発明は、さらに別の表現によると、焦点距離を変化させるために相対移動する複数の変倍レンズ群からなるズームレンズ系において、複数の変倍レンズ群の少なくとも1つのレンズ群を、2以上のサブ群を有し、いずれか1つのサブ群が他のサブ群に対して物体側と像面側のいずれかの移動端に可動である切替群となし、短焦点距離端から中間焦点距離に至る短焦点距離側ズームリング域では、この切替群中の可動サブ群を物体側の移動端に保持した状態において、切替群を含む複数の変倍レンズ群を互いの空気間隔を変化させながら物体側に移動させ、中間焦点距離において、切替群中の可動サブ群を像面側の移動端に移動させるとともに、切替群を含む複数の変倍レンズ群をそれぞれ像面側に移動させ、中間焦点距離から長焦点距離端に至る長焦点距離側ズームリング域では、切替群中の可動サブ群を像面側の移動端に保持した状態において、切替群を含む複数の変倍レンズ群を互いの空気間隔を変化させながら物体側に移動させることを特徴としている。

【0009】本発明は、さらに別の態様では、焦点距離を変化させるために相対移動する複数の変倍レンズ群からなるズームレンズ系において、複数の変倍レンズ群中の複数のレンズ群を、2以上のサブ群を有し、いずれか1つのサブ群が他のサブ群に対して物体側と像面側のいずれかの移動端に可動である切替群となし、短焦点距離端においては、これら切替群中の可動サブ群をすべて物体側の移動端に位置させ、短焦点距離端から長焦点距離端に至る間の複数の中間焦点距離において、上記複数の切替群中の可動サブ群を順次物体側の移動端から像面側の移動端に移動させるとともに、切替群を含むすべての変倍レンズ群を物体側に移動させ、短焦点距離端から最初の間焦点距離、複数の中間焦点距離の間、及び最後の間焦点距離から長焦点距離端の各ズームリング域においては、切替群を含む複数の変倍レンズ群を互いの空気間隔を変化させながら物体側に移動させることを特徴としている。複数の変倍レンズ群は、全てを切替群とすることができる。変倍レンズ群の数は2つとすれば、構成が単純で高ズーム比のズームレンズ系が得られる。

【0010】次に、本発明のより具体的な態様を列挙する。第一の具体的な態様は、物体側から順に、負のパワーの第1レンズ群と、正のパワーの第2レンズ群と、負のパワーの第3レンズ群とからなり、各群間の相対距離を変更することにより、全系の焦点距離を短焦点距離端と長焦点距離端の間で変化させるズームレンズ系において、第1ないし第3レンズ群は、次のA、B、Cのズームリング基礎軌跡を有することを特徴とする。

A；上記短焦点距離端から中間の焦点距離までの短焦点距離側ズームリング域では、第1レンズ群と第2レンズ群は第1の間隔を保持して一体に、第3レンズ群との空気間隔を変化させながら該第3レンズ群とともに物体側に

移動する。

B；上記中間焦点距離において、第1レンズ群と第2レンズ群は、短焦点距離側ズームリング域内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動して、かつその間隔を上記第1の間隔より狭め、第3レンズ群は、短焦点距離側ズームリング域内の長焦点側端部における位置より像面側に移動する。

C；上記中間焦点距離から長焦点距離端までの長焦点距離側ズームリング域では、第1レンズ群と第2レンズ群は、上記第1の間隔より狭い第2の間隔を保持して一体に、第3レンズ群との空気間隔を変化させながら該第3レンズ群とともに物体側に移動する。

【0011】第二の具体的な態様は、物体側から順に、正のパワーの第1レンズ群と、負のパワーの第2レンズ群と、正のパワーの第3レンズ群と、負のパワーの第4レンズ群とからなり、各群間の相対距離を変更することにより、全系の焦点距離を短焦点距離端と長焦点距離端の間で変化させるズームレンズ系において、第1ないし第4レンズ群は、次のA、B、Cのズームリング基礎軌跡を有することを特徴とする。

A；短焦点距離端から中間の焦点距離までの短焦点距離側ズームリング域では、第2レンズ群と第3レンズ群は第1の間隔を保持して一体に、第1レンズ群及び第4レンズ群との空気間隔を変化させながら該第1レンズ群及び第4レンズ群とともに物体側に移動する。

B；上記中間焦点距離において、第2レンズ群と第3レンズ群は、短焦点距離側ズームリング域内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動して、かつその間隔を上記第1の間隔より狭め、第1レンズ群及び第4レンズ群は、短焦点距離側ズームリング域内の長焦点側端部における位置より像面側に移動する。

C；上記中間焦点距離から長焦点距離端までの長焦点距離側ズームリング域では、第2レンズ群と第3レンズ群は、上記第1の間隔より狭い第2の間隔を保持して一体に、第1レンズ群及び第4レンズ群との空気間隔を変化させながら該第1レンズ群及び第4レンズ群とともに物体側に移動する。

【0012】第三の具体的な態様は、物体側から順に、負のパワーの第1レンズ群と、負のパワーの第2レンズ群と、正のパワーの第3レンズ群と、負のパワーの第4レンズ群とからなり、各群間の相対距離を変更することにより、全系の焦点距離を短焦点距離端と長焦点距離端の間で変化させるズームレンズ系において、第1ないし第4レンズ群は、次のA、B、Cのズームリング基礎軌跡を有することを特徴とする。

A；短焦点距離端から中間の焦点距離までの短焦点距離側ズームリング域では、第2レンズ群と第3レンズ群は第1の間隔を保持して一体に、第1レンズ群及び第4レンズ群との空気間隔を変化させながら該第1レンズ群及び第4レンズ群とともに物体側に移動する。

B ; 上記中間焦点距離において、第2レンズ群と第3レンズ群は、短焦点距離側ズーム域内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動して、かつその間隔を上記第1の間隔より狭め、第1レンズ群及び第4レンズ群は、短焦点距離側ズーム域内の長焦点側端部における位置像面側に移動する。

C ; 上記中間焦点距離から長焦点距離端までの長焦点距離側ズーム域では、第2レンズ群と第3レンズ群は、上記第1の間隔より狭い第2の間隔を保持して一体に、第1レンズ群及び第4レンズ群との空気間隔を変化させながら該第1レンズ群及び第4レンズ群とともに物体側に移動する。

【0013】第四の具体的態様は、物体側から順に、負のパワーの第1レンズ群と、正のパワーの第2レンズ群と、正のパワーの第3レンズ群と、負のパワーの第4レンズ群とからなり、各群間の相対距離を変更することにより、全系の焦点距離を短焦点距離端と長焦点距離端の間で変化させるズームレンズ系において、第1ないし第4レンズ群は、次のA、B、Cのズーム基礎軌跡を有することを特徴とする。

A ; 短焦点距離端から中間の焦点距離までの短焦点距離側ズーム域では、第1レンズ群と第2レンズ群は広間隔を保持し、第3レンズ群と第4レンズ群は広間隔を保持し、この広間隔の第1レンズ群と第2レンズ群、広間隔の第3レンズ群と第4レンズ群は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

B ; 上記中間焦点距離において、第1レンズ群と第2レンズ群は、短焦点距離側ズーム域内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動して、かつその間隔を上記広間隔より狭い狭間隔とし、第3レンズ群と第4レンズ群は、短焦点距離側ズーム域内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動して、かつその間隔を上記広間隔より狭い狭間隔とする。

C ; 上記中間焦点距離から長焦点距離端までの長焦点距離側ズーム域では、第1レンズ群と第2レンズ群は狭間隔を保持し、第3レンズ群と第4レンズ群は狭間隔を保持し、この狭間隔の第1レンズ群と第2レンズ群、及び狭間隔の第3レンズ群と第4レンズ群は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

【0014】第五の具体的態様は、物体側から順に、負のパワーの第1レンズ群と、正のパワーの第2レンズ群と、正のパワーの第3レンズ群と、負のパワーの第4レンズ群とからなり、各群間の相対距離を変更することにより、全系の焦点距離を短焦点距離端と長焦点距離端の間で変化させるズームレンズ系において、第1ないし第4レンズ群は、次のA、B、C、D、Eのズーム基礎軌跡を有することを特徴とする。

A ; 短焦点距離端から第一の中間の焦点距離までの短焦点距離側ズーム域では、第1レンズ群と第2レンズ群は広間隔を保持し、第3レンズ群と第4レンズ群は広

間隔を保持し、この広間隔の第1レンズ群と第2レンズ群、広間隔の第3レンズ群と第4レンズ群は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

B ; 上記第一の中間焦点距離において、第1レンズ群と第2レンズ群は、短焦点距離側ズーム域内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動して、かつその間隔を上記広間隔より狭い狭間隔とし、第3レンズ群と第4レンズ群は、一体に像面側に移動する。

C ; 上記第一の中間焦点距離から第二の中間焦点距離までの中間焦点距離ズーム域では、第1レンズ群と第2レンズ群は狭間隔を保持し、第3レンズ群と第4レンズ群は広間隔を保持し、この狭間隔の第1レンズ群と第2レンズ群、広間隔の第3レンズ群と第4レンズ群は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

D ; 上記第二の中間焦点距離において、第3レンズ群と第4レンズ群は、上記中間焦点距離ズーム域内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動して、かつその間隔を上記広間隔より狭い狭間隔とし、第1レンズ群と第2レンズ群は、一体に像面側に移動する。

E ; 上記第二の中間焦点距離から長焦点距離端までの長焦点距離側ズーム域では、第1レンズ群と第2レンズ群は狭間隔を保持し、第3レンズ群と第4レンズ群は狭間隔を保持し、この狭間隔の第1レンズ群と第2レンズ群、及び狭間隔の第3レンズ群と第4レンズ群は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

【0015】第六の具体的態様は、物体側から順に、負のパワーの第1レンズ群と、正のパワーの第2レンズ群と、正のパワーの第3レンズ群と、負のパワーの第4レンズ群とからなり、各群間の相対距離を変更することにより、全系の焦点距離を短焦点距離端と長焦点距離端の間で変化させるズームレンズ系において、第1ないし第4レンズ群は、次のA、B、C、D、Eのズーム基礎軌跡を有することを特徴とする。

A ; 短焦点距離端から第一の中間の焦点距離までの短焦点距離側ズーム域では、第1レンズ群と第2レンズ群は広間隔を保持し、第3レンズ群と第4レンズ群は広間隔を保持し、この広間隔の第1レンズ群と第2レンズ群、広間隔の第3レンズ群と第4レンズ群は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

B ; 上記第一の中間焦点距離において、第3レンズ群と第4レンズ群は、短焦点距離側ズーム域内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動して、かつその間隔を上記広間隔より狭い狭間隔とし、第1レンズ群と第2レンズ群は、一体に像面側に移動する。

C ; 上記第一の中間焦点距離から第二の中間焦点距離までの中間焦点距離ズーム域では、第1レンズ群と第2レンズ群は広間隔を保持し、第3レンズ群と第4レンズ群は狭間隔を保持し、この広間隔の第1レンズ群と第

2 レンズ群、及び狭間隔の第 3 レンズ群と第 4 レンズ群は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

D ; 上記第二の中間焦点距離において、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群は、上記中間焦点距離ズーム域内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動して、かつその間隔を上記広間隔より狭い狭間隔とし、第 3 レンズ群と第 4 レンズ群は、一体に像面側に移動する。

E ; 上記第二の中間焦点距離から長焦点距離端までの長焦点距離側ズーム域では、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群は狭間隔を保持し、第 3 レンズ群と第 4 レンズ群は狭間隔を保持し、この狭間隔の第 1 レンズ群と第 2 レンズ群、及び狭間隔の第 3 レンズ群と第 4 レンズ群は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

【0016】第七の具体的態様は、物体側から順に、正のパワーの第 1 レンズ群と、負のパワーの第 2 レンズ群と、正のパワーの第 3 レンズ群と、負のパワーの第 4 レンズ群とからなり、各群間の相対距離を変更することにより、全系の焦点距離を短焦点距離端と長焦点距離端の間で変化させるズームレンズ系において、第 1 ないし第 4 レンズ群は、次の A、B、C のズーム基礎軌跡を有することを特徴とする。

A ; 短焦点距離端から中間の焦点距離までの短焦点距離側ズーム域では、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群は狭間隔、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群は広間隔を保持し、これらの第 1 ないし第 3 レンズ群は、第 4 レンズ群との空気間隔を変化させながら、該第 4 レンズ群とともに物体側に移動する。

B ; 上記中間焦点距離において、第 2 レンズ群は像面側に移動して、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔を広間隔、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間隔を狭間隔とする。

C ; 上記中間焦点距離から長焦点距離端までの長焦点距離側ズーム域では、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群は広間隔、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群は狭間隔を保持し、これらの第 1 ないし第 3 レンズ群は、第 4 レンズ群との空気間隔を変化させながら、該第 4 レンズ群とともに物体側に移動する。

【0017】本発明のズームレンズ系は、撮影レンズ系とファインダ光学系が別々の光軸を有するカメラの撮影レンズ系として用いるのが実際的である。そして、各レンズ群のズーム時の停止位置は、ズーム基礎軌跡上において、ステップワイズに定める、つまり複数段の焦点距離ステップとするのが実際的である。

【0018】本発明によるズームレンズ系は、ズーム基礎軌跡に不連続点があり、中間焦点距離での可動サブ群の移動がある。このため、仮に一眼レフカメラに用いると、これら不連続点や可動サブ群の移動による像変化が観察されてしまい好ましくない。そこで、撮影レン

ズ系とは別にファインダ光学系を設定できる、撮影レンズ系とファインダ光学系が別のカメラの撮影レンズ系として用いるのが好ましい。また、同様の理由から、各レンズ群の撮影時の停止位置は、ズーム基礎軌跡上において、ステップワイズに定めることが好ましい。

【0019】

【発明の実施の形態】図 1 は、本発明によるズームレンズ系の第 1 の実施形態を示している。このズームレンズ系は、物体側から順に、全体として正のパワーの第 1 変倍レンズ群 10 と、全体として負のパワーの第 2 変倍レンズ群 20 からなっており、第 1 変倍レンズ群 10 は、物体側から順に、負のパワーの第 1 レンズ群 L1 (第 1 サブ群 S1) と正のパワーの第 2 レンズ群 L2 (第 2 サブ群 S2) とからなり、第 2 変倍レンズ群 20 は負のパワーの第 3 レンズ群 L3 からなっている。第 1 変倍レンズ群 10 中の第 2 サブ群 S2 は、第 1 群枠 11 に固定されており、第 1 サブ群 S1 の可動サブ群枠 12 は、第 1 群枠 11 に形成したガイド溝 13 内で光軸方向に一定距離移動可能である。第 1 サブ群 S1 は、可動サブ群枠 12 がガイド溝 13 の前端部に当接する物体側の移動端と、後端部に当接する像面側の移動端との 2 位置を択一してとる。第 3 レンズ群 L3 は、第 2 群枠 21 に固定されている。絞り D は、第 1 変倍レンズ群 10 (第 1 群枠 11) と一緒に移動する。

【0020】このズームレンズ系のズーム基礎軌跡は、第 1 変倍レンズ群 10 (第 1 群枠 11) と第 2 変倍レンズ群 20 (第 2 群枠 21) との移動、及びガイド溝 13 内での第 1 群枠 12 (第 1 サブ群 S1) の移動を伴って、次のように設定されている。

【0021】A ; 短焦点距離端 f_w から中間焦点距離 f_m までの短焦点距離側ズーム域 Z_w では、第 1 サブ群 S1 は第 2 サブ群 S2 に対して離間した間隔 (第 1 の間隔、広間隔) d_1 を保持する。そして、第 1 変倍レンズ群 10 (第 1 群枠 11) と第 2 変倍レンズ群 20 (第 2 群枠 21) は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

【0022】B ; 中間焦点距離 f_m において、第 1 変倍レンズ群 10 (第 1 群枠 11) と第 2 変倍レンズ群 20 (第 2 群枠 21) は、短焦点距離側ズーム域 Z_w 内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動する。また、第 1 サブ群 S1 は、第 1 群枠 11 のガイド溝 13 内で像面側の移動端に達し、第 2 サブ群 S2 に対して接近した間隔 (第 2 の間隔、狭間隔) d_2 をとる。

【0023】C ; 中間焦点距離 f_m から長焦点距離端 f_t までの長焦点距離側ズーム域 Z_t では、第 1 サブ群 S1 は、第 2 サブ群 S2 に対して接近した間隔 (第 2 の間隔) d_2 を保持する。そして、第 1 変倍レンズ群 10 (第 1 群枠 11) と第 2 変倍レンズ群 20 (第 2 群枠 21) は、中間焦点距離 f_m での像面側への移動後の位置を基準にして、互いの空気間隔を変化させながらとも

に物体側に移動する。

【0024】図は、簡易的なもので、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）と第2変倍レンズ群20（第2群枠21）のズーム基礎軌跡を直線で描いているが、実際には直線であるとは限らない。

【0025】フォーカシングは、焦点距離域に拘わらず、第1サブ群S1と第2サブ群S2を一体に移動させて（つまり第1変倍レンズ群10（第1群枠11）を移動させて）行う。

【0026】以上のズームレンズ系のズーム基礎軌跡は、中間焦点距離 f_m において不連続であるが、短焦点距離端 f_w 、中間焦点距離 f_m （不連続点）及び長焦点距離端 f_t での第1サブ群S1（第1レンズ群L1）、第2サブ群S2（第2レンズ群L2）及び第3レンズ群L3の位置を適当に定めることにより、常時正しく像面に結像するような解が存在する。そして、このようなズーム基礎軌跡によると、高ズーム比でありながら小型のズームレンズ系が得られる。

【0027】本実施形態のズーム基礎軌跡に解が存在することは、例えば次の議論から明らかである。本実施形態のズームレンズ系は、物体側から順に、負、正、負のレンズ群に分けることができる。いま、物体側の負、正のレンズ（第1サブ群S1と第2サブ群S2）が、短焦点距離端 f_w と長焦点距離端 f_t でそれぞれ相対位置固定の正の前群（第1変倍レンズ群10）を構成すると考えると、第1サブ群S1と第2サブ群S2の間隔は、短焦点距離端 f_w の方が長焦点距離端 f_t より広い（ $d_1 > d_2$ ）から、短焦点距離端 f_w と長焦点距離端 f_t での第1変倍レンズ群10の焦点距離 P_w と P_t は、 $P_t > P_w$ である。この焦点距離 P_w の第1変倍レンズ群10と第2変倍レンズ群20、同 P_t の第1変倍レンズ群10と第2変倍レンズ群20とは別々の2群ズームレンズを構成することができ、それぞれでズーム解を求めることができる。この2つのズーム解が短焦点距離側ズーム域 Z_w 、長焦点距離側ズーム域 Z_t でのズーム基礎軌跡である。しかし、この2つのズーム基礎軌跡は、中間焦点距離 f_m において一致せず不連続となり、かつ前群中の負正のレンズ群の間隔も同一ではない。逆に言うと、中間焦点距離 f_m において第1変倍レンズ群10と第2変倍レンズ群20のズーム基礎軌跡を不連続とし、第1変倍レンズ群10中の負正のレンズ群の間隔を変化させることで、ズーム中の動きとしては実質的な2群ズームレンズ系でありながら、高ズーム比でかつ小型のズームレンズ系を得ることができる。この議論は、図1の実施形態について述べたものであるが、これから説明する他の実施形態についても、場合によって2群を3群と読み替えることでそのまま妥当する。

【0028】図2は、本発明によるズームレンズ系の第2の実施形態を示している。このズームレンズ系は、物

体側から順に、正のパワーの第1変倍レンズ群10、全体として正のパワーの第2変倍レンズ群20、負のパワーの第3変倍レンズ群30からなっている。第1変倍レンズ群10は正のパワーの第1レンズ群L1からなり、第2変倍レンズ群20は、物体側から順に、負のパワーの第2レンズ群L2（第1サブ群S1）と正のパワーの第3レンズ群L3（第2サブ群S2）とからなり、第3変倍レンズ群30は負のパワーの第4レンズ群L4からなっている。第1レンズ群L1は、第1変倍レンズ群枠11に固定されている。第2変倍レンズ群20中の第2サブ群S2は、第2群枠21に固定されており、第1サブ群S1の可動サブ群枠22は、第2群枠21に形成したガイド溝23内で光軸方向に一定距離移動可能である。第1サブ群S1は、可動サブ群枠22がガイド溝23の前端部に当接する物体側の移動端と、後端部に当接する像面側の移動端との2位置を択一してとる。第4レンズ群L4は、第3群枠31に固定されている。絞りDは、第2変倍レンズ群20（第2群枠21）と一緒に移動する。

【0029】この第2の実施形態のズームレンズ系のズーム基礎軌跡は、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）、第2変倍レンズ群20（第2群枠21）及び第3変倍レンズ群30（第3群枠31）の移動、及びガイド溝23内での第2群枠22（第1サブ群S1）の移動を伴って、次のように設定されている。

【0030】A；短焦点距離端 f_w から中間焦点距離 f_m までの短焦点距離側ズーム域 Z_w では、第1サブ群S1は第2サブ群S2に対して離間した間隔（第1の間隔、広間隔） d_1 を保持する。そして、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）、第2変倍レンズ群20（第2群枠21）、及び第3変倍レンズ群30（第3群枠31）は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

【0031】B；中間焦点距離 f_m において、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）、第2変倍レンズ群20（第2群枠21）、及び第3変倍レンズ群30（第3群枠31）は、短焦点距離側ズーム域 Z_w 内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動する。また、第1サブ群S1は、第2群枠21のガイド溝23内で像面側の移動端に達し、第2サブ群S2に対して接近した間隔（第2の間隔、狭間隔） d_2 をとる。

【0032】C；中間焦点距離 f_m から長焦点距離端 f_t までの長焦点距離側ズーム域 Z_t では、第1サブ群S1は、第2サブ群S2に対して接近した間隔（第2の間隔） d_2 を保持する。そして、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）、第2変倍レンズ群20（第2群枠21）、及び第3変倍レンズ群30（第3群枠31）は、中間焦点距離 f_m での像面側への移動後の位置を基準にして、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

【0033】図は、簡易的なもので、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）、第2変倍レンズ群20（第2群枠21）及び第3変倍レンズ群30（第3群枠31）のズーミング基礎軌跡を直線で描いているが、実際には直線であるとは限らない。

【0034】フォーカシングは、焦点距離域に拘わらず、第1サブ群S1と第2サブ群S2を一体に移動させて（つまり第2変倍レンズ群20（第2群枠21）を移動させて）行う。

【0035】以上のズームレンズ系のズーミング基礎軌跡は、第1の実施形態と同じく、中間焦点距離 f_m において不連続であるが、短焦点距離端 f_w 、中間焦点距離 f_m （不連続点）及び長焦点距離端 f_t での第1レンズ群L1、第1サブ群S1（第2レンズ群L2）、第2サブ群S2（第3レンズ群L3）及び第4レンズ群L4の位置を適当に定めることにより、常時正しく像面に結像するような解が存在する。そして、このようなズーミング基礎軌跡によると、高ズーム比でありながら小型のズームレンズ系が得られる。

【0036】図3は、本発明によるズームレンズ系の第3の実施形態を示している。この実施形態は、第2の実施形態における最も物体側の正レンズ群L1を負レンズ群L1に代えたもので、他は第2の実施形態と同様である。

【0037】図4は、本発明によるズームレンズ系の第4の実施形態を示している。このズームレンズ系は、物体側から順に、全体として正のパワーの第1変倍レンズ群10と、全体として負のパワーの第2変倍レンズ群20からなっており、第1変倍レンズ群10は、物体側から順に、負のパワーの第1レンズ群L1（第1サブ群S1）と正のパワーの第2レンズ群L2（第2サブ群S2）とからなり、第2変倍レンズ群20は、物体側から順に、正のパワーの第3レンズ群L3（第3サブ群S3）と負のパワーの第4レンズ群L4（第4サブ群S4）とから構成されている。

【0038】第1変倍レンズ群10中の第2サブ群S2は、第1群枠11に固定されており、第1サブ群S1を支持した可動サブ群枠12は、第1群枠11に形成したガイド溝13内で光軸方向に一定距離移動可能である。第1サブ群S1は、可動サブ群枠12がガイド溝13の前端部に当接する物体側の移動端と、後端部に当接する像面側の移動端との2位置を択一してとる。同様に、第2変倍レンズ群20中の第4サブ群S4は、第2群枠21に固定されており、第3サブ群S3を支持した可動サブ群枠22は、第2群枠21に形成したガイド溝23内で光軸方向に一定距離移動可能である。第3サブ群S3は、可動サブ群枠22がガイド溝23の前端部に当接する物体側の移動端と、後端部に当接する像面側の移動端との2位置を択一してとる。絞りDは、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）と一緒に移動する。

【0039】このズームレンズ系のズーミング基礎軌跡は、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）と第2変倍レンズ群20（第2群枠21）との移動、及びガイド溝13と23内での第1群枠11（第1サブ群S1）と第2群枠21（第3サブ群S3）の移動を伴って、次のように設定されている。

【0040】A；短焦点距離端 f_w から中間焦点距離 f_m までの短焦点距離側ズーミング域 Z_w では、第1サブ群S1は第2サブ群S2に対して離間した間隔（第1の間隔、広間隔） d_1 を保持し、第3サブ群S3は第4サブ群S4に対して離間した間隔（第1の間隔、広間隔） d_3 をとる。そして、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）と第2変倍レンズ群20（第2群枠21）は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

【0041】B；中間焦点距離 f_m において、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）と第2変倍レンズ群20（第2群枠21）は、短焦点距離側ズーミング域 Z_w 内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動する。また、第1サブ群S1は、第1群枠11のガイド溝13内で像面側の移動端に達し、第2サブ群S2に対して接近した間隔（第2の間隔、狭間隔） d_2 をとり、第3サブ群S3は第4サブ群S4に対して接近した間隔（第2の間隔、狭間隔） d_4 をとる。

【0042】C；中間焦点距離 f_m から長焦点距離端 f_t までの長焦点距離側ズーミング域 Z_t では、第1サブ群S1は、第2サブ群S2に対して接近した間隔（狭間隔） d_2 を保持し、第3サブ群S3は第4サブ群S4に対して接近した間隔（狭間隔） d_4 を保持する。そして、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）と第2変倍レンズ群20（第2群枠21）は、中間焦点距離 f_m での像面側への移動後の位置を基準にして、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

【0043】図では、便宜上、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）と第2変倍レンズ群20（第2群枠21）のズーミング基礎軌跡を線形で描いているが、実際には非線形である。

【0044】フォーカシングは、焦点距離域に拘わらず、第1サブ群S1と第2サブ群S2を一体に移動させて（つまり第1変倍レンズ群10（第1群枠11）を移動させて）行う。

【0045】以上のズームレンズ系のズーミング基礎軌跡は、第1ないし第3の実施形態と同じく、中間焦点距離 f_m において不連続であるが、短焦点距離端 f_w 、中間焦点距離 f_m （不連続点）及び長焦点距離端 f_t での第1サブ群S1（第1レンズ群L1）、第2サブ群S2（第2レンズ群L2）、第3サブ群S3（第3レンズ群L3）及び第4サブ群S4（第4レンズ群L4）の位置を適当に定めることにより、常時正しく像面に結像するような解が存在する。そして、このようなズーミング基

礎軌跡によると、高ズーム比でありながら小型のズームレンズ系が得られる。

【0046】図5は、本発明によるズームレンズ系の第5の実施形態を示している。このズームレンズ系は、物体側から順に、全体として正のパワーの第1変倍レンズ群10と、全体として負のパワーの第2変倍レンズ群20からなっており、第1変倍レンズ群10は、物体側から順に、負のパワーの第1レンズ群L1（第1サブ群S1）と正のパワーの第2レンズ群L2（第2サブ群S2）とからなり、第2変倍レンズ群20は、物体側から順に、正のパワーの第3レンズ群L3（第3サブ群S3）と負のパワーの第4レンズ群L4（第4サブ群S4）とから構成されている。

【0047】第1変倍レンズ群10中の第2サブ群S2は、第1群枠11に固定されており、第1サブ群S1を支持した可動サブ群枠12は、第1群枠11に形成したガイド溝13内で光軸方向に一定距離移動可能である。第1サブ群S1は、可動サブ群枠12がガイド溝13の前端部に当接する物体側の移動端と、後端部に当接する像面側の移動端との2位置を択一してとる。同様に、第2変倍レンズ群20中の第4サブ群S4は、第2群枠21に固定されており、第3サブ群S3を支持した可動サブ群枠22は、第2群枠21に形成したガイド溝23内で光軸方向に一定距離移動可能である。第3サブ群S3は、可動サブ群枠22がガイド溝23の前端部に当接する物体側の移動端と、後端部に当接する像面側の移動端との2位置を択一してとる。絞りDは、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）と一緒に移動する。

【0048】このズームレンズ系のズーム基礎軌跡は、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）と第2変倍レンズ群20（第2群枠21）との移動、及びガイド溝13と23内での第1群枠11（第1サブ群S1）と第2群枠21（第3サブ群S3）の移動を伴って、次のように設定されている。

【0049】A；短焦点距離端fwから第一の中間焦点距離fm1までの短焦点距離側ズーム域Zwでは、第1サブ群S1は第2サブ群S2に対して離間した間隔（第1の間隔、広間隔）d1を保持し、第3サブ群S3は第4サブ群S4に対して離間した間隔（第1の間隔、広間隔）d3をとる。そして、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）と第2変倍レンズ群20（第2群枠21）は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

【0050】B；中間焦点距離fm1において、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）及び第2変倍レンズ群20（第2群枠21）は、短焦点距離側ズーム域Zw内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動する。また、第1サブ群S1は、第1群枠11のガイド溝13内で像面側の移動端に達し、第2サブ群S2に対して接近した間隔（第2の間隔、狭間隔）d2をとる。

【0051】C；第一の中間焦点距離fm1から第二の中間焦点距離fm2までの中間ズーム域Zmでは、第1サブ群S1は第2サブ群S2に対して接近した間隔（第2の間隔、狭間隔）d2を保持し、第3サブ群S3は第4サブ群S4に対して離間した間隔（第1の間隔、広間隔）d3を保持する。そして、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）と第2変倍レンズ群20（第2群枠21）は、第一の中間焦点距離fm1での像面側への移動後の位置を基準にして、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

【0052】D；第二の中間焦点距離fm2において、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）及び第2変倍レンズ群20（第2群枠21）は、中間ズーム域Zm内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動する。また、第3サブ群S3は、第2群枠21のガイド溝23内で像面側の移動端に達し、第4サブ群S4に対して接近した間隔（第2の間隔、狭間隔）d4をとる。

【0053】E；第二の中間焦点距離fm2から長焦点距離端ftまでの長焦点距離側ズーム域Ztでは、第1サブ群S1は、第2サブ群S2に対して接近した間隔（狭間隔）d2を保持し、第3サブ群S3は第4サブ群S4に対して接近した間隔（狭間隔）d4を保持する。そして、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）と第2変倍レンズ群20（第2群枠21）は、第二の中間焦点距離fm2での像面側への移動後の位置を基準にして、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

【0054】図は、簡易的なもので、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）と第2変倍レンズ群20（第2群枠21）のズーム基礎軌跡を直線で描いているが、実際には直線であるとは限らない。

【0055】フォーカシングは、焦点距離域に拘わらず、第1サブ群S1と第2サブ群S2を一体に移動させて（つまり第1変倍レンズ群10（第1群枠11）を移動させて）行う。

【0056】以上のズームレンズ系のズーム基礎軌跡は、第1ないし第4の実施形態と同じく、中間焦点距離fmにおいて不連続であるが、短焦点距離端fw、第一、第二の中間焦点距離fm1、fm2（不連続点）及び長焦点距離端ftでの第1サブ群S1（第1レンズ群L1）、第2サブ群S2（第2レンズ群L2）、第3サブ群S3（第3レンズ群L3）及び第4サブ群S4（第4レンズ群L4）の位置を適当に定めることにより、常時正しく像面に結像するような解が存在する。そして、このようなズーム基礎軌跡によると、高ズーム比でありながら小型のズームレンズ系が得られる。

【0057】図6は、本発明によるズームレンズ系の第6の実施形態を示している。このズームレンズ系は、物体側から順に、全体として正のパワーの第1変倍レンズ群10と、全体として負のパワーの第2変倍レンズ群20

0 からなっており、第 1 変倍レンズ群 10 は、物体側から順に、負のパワーの第 1 レンズ群 L1 (第 1 サブ群 S1) と正のパワーの第 2 レンズ群 L2 (第 2 サブ群 S2) とからなり、第 2 変倍レンズ群 20 は、物体側から順に、正のパワーの第 3 レンズ群 L3 (第 3 サブ群 S3) と負のパワーの第 4 レンズ群 L4 (第 4 サブ群 S4) とから構成されている。

【0058】第 1 変倍レンズ群 10 中の第 2 サブ群 S2 は、第 1 群枠 11 に固定されており、第 1 サブ群 S1 を支持した可動サブ群枠 12 は、第 1 群枠 11 に形成したガイド溝 13 内で光軸方向に一定距離移動可能である。第 1 サブ群 S1 は、可動サブ群枠 12 がガイド溝 13 の前端部に当接する物体側の移動端と、後端部に当接する像面側の移動端との 2 位置を択一してとる。同様に、第 2 変倍レンズ群 20 中の第 4 サブ群 S4 は、第 2 群枠 21 に固定されており、第 3 サブ群 S3 を支持した可動サブ群枠 22 は、第 2 群枠 21 に形成したガイド溝 23 内で光軸方向に一定距離移動可能である。第 3 サブ群 S3 は、可動サブ群枠 22 がガイド溝 23 の前端部に当接する物体側の移動端と、後端部に当接する像面側の移動端との 2 位置を択一してとる。絞り D は、第 1 変倍レンズ群 10 (第 1 群枠 11) と一緒に移動する。

【0059】このズームレンズ系のズームリング基礎軌跡は、第 1 変倍レンズ群 10 (第 1 群枠 11) と第 2 変倍レンズ群 20 (第 2 群枠 21) との移動、及びガイド溝 13 と 23 内での第 1 群枠 11 (第 1 サブ群 S1) と第 2 群枠 21 (第 3 サブ群 S3) の移動を伴って、次のように設定されている。

【0060】A ; 短焦点距離端 f_w から第一の中間焦点距離 f_{m1} までの短焦点距離側ズームリング域 Z_w では、第 1 サブ群 S1 は第 2 サブ群 S2 に対して離間した間隔 (第 1 の間隔、広間隔) d_1 を保持し、第 3 サブ群 S3 は第 4 サブ群 S4 に対して離間した間隔 (第 1 の間隔、広間隔) d_3 をとる。そして、第 1 変倍レンズ群 10 (第 1 群枠 11) と第 2 変倍レンズ群 20 (第 2 群枠 21) は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

【0061】B ; 中間焦点距離 f_{m1} において、第 1 変倍レンズ群 10 (第 1 群枠 11) 及び第 2 変倍レンズ群 20 (第 2 群枠 21) は、短焦点距離側ズームリング域 Z_w 内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動する。また、第 3 サブ群 S3 は、第 2 群枠 21 のガイド溝 23 内で像面側の移動端に達し、第 4 サブ群 S4 に対して接近した間隔 (第 2 の間隔、狭間隔) d_4 をとる。

【0062】C ; 第一の中間焦点距離 f_{m1} から第二の中間焦点距離 f_{m2} までの中間ズームリング域 Z_m では、第 1 サブ群 S1 は第 2 サブ群 S2 に対して離隔した間隔 (第 1 の間隔、広間隔) d_1 を保持し、第 3 サブ群 S3 は第 4 サブ群 S4 に対して接近した間隔 (第 2 の間隔、狭間隔) d_4 を保持する。そして、第 1 変倍レンズ群 10

0 (第 1 群枠 11) と第 2 変倍レンズ群 20 (第 2 群枠 21) は、第一の中間焦点距離 f_{m1} での像面側への移動後の位置を基準にして、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

【0063】D ; 第二の中間焦点距離 f_{m2} において、第 1 変倍レンズ群 10 (第 1 群枠 11) 及び第 2 変倍レンズ群 20 (第 2 群枠 21) は、中間ズームリング域 Z_m 内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動する。また、第 1 サブ群 S1 は、第 1 群枠 11 のガイド溝 13 内で像面側の移動端に達し、第 2 サブ群 S2 に対して接近した間隔 (第 2 の間隔、狭間隔) d_2 をとる。

【0064】E ; 第二の中間焦点距離 f_{m2} から長焦点距離端 f_t までの長焦点距離側ズームリング域 Z_t では、第 1 サブ群 S1 は、第 2 サブ群 S2 に対して接近した間隔 (狭間隔) d_2 を保持し、第 3 サブ群 S3 は第 4 サブ群 S4 に対して接近した間隔 (狭間隔) d_4 を保持する。そして、第 1 変倍レンズ群 10 (第 1 群枠 11) と第 2 変倍レンズ群 20 (第 2 群枠 21) は、第二の中間焦点距離 f_{m2} での像面側への移動後の位置を基準にして、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

【0065】図は、簡易的なもので、第 1 変倍レンズ群 10 (第 1 群枠 11) と第 2 変倍レンズ群 20 (第 2 群枠 21) のズームリング基礎軌跡を直線で描いているが、実際には直線であるとは限らない。

【0066】フォーカシングは、焦点距離域に拘わらず、第 1 サブ群 S1 と第 2 サブ群 S2 を一体に移動させて (つまり第 1 変倍レンズ群 10 (第 1 群枠 11) を移動させて) 行う。

【0067】以上のズームレンズ系のズームリング基礎軌跡は、第 1 ないし第 5 の実施形態と同じく、中間焦点距離 f_m において不連続であるが、短焦点距離端 f_w 、第一、第二の中間焦点距離 f_{m1} 、 f_{m2} (不連続点) 及び長焦点距離端 f_t での第 1 サブ群 S1 (第 1 レンズ群 L1)、第 2 サブ群 S2 (第 2 レンズ群 L2)、第 3 サブ群 S3 (第 3 レンズ群 L3) 及び第 4 サブ群 S4 (第 4 レンズ群 L4) の位置を適当に定めることにより、常時正しく像面に結像するような解が存在する。そして、このようなズームリング基礎軌跡によると、高ズーム比でありながら小型のズームレンズ系が得られる。

【0068】図 7 は、本発明によるズームレンズ系の第 7 の実施形態を示している。このズームレンズ系は、物体側から順に、全体として正のパワーの第 1 変倍レンズ群 10 と、負のパワーの第 2 変倍レンズ群 20 からなっている。第 1 変倍レンズ群 10 は、物体側から順に、正のパワーの第 1 レンズ L1 (第 1 サブ群 S1)、負のパワーの第 2 レンズ群 L2 (第 2 サブ群 S2)、及び正のパワーの第 3 レンズ群 L3 (第 3 サブ群 S3) からなり、第 2 変倍レンズ群 20 は負のパワーの第 4 レンズ群 L4 からなっている。第 1 変倍レンズ群 10 の第 1 サブ

群S1と第3サブ群S3は、第1群枠11に固定されており、第2サブ群S2を支持する可動サブ群枠12は、第1群枠11に形成したガイド溝13内で光軸方向に一定距離移動可能である。第2サブ群S2は、可動サブ群枠12がガイド溝13の前端部に当接する物体側の移動端と、後端部に当接する像面側の移動端との2位置を択一してとる。第4レンズ群L4は、第2群枠21に固定されている。絞りDは、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）と一緒に移動する。

【0069】このズームレンズ系のズームリング基礎軌跡は、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）と第2変倍レンズ群20（第2群枠21）との移動、及びガイド溝13内での第1群枠11（第2サブ群S2）の移動を伴って、次のように設定されている。

【0070】A；短焦点距離端fwから中間焦点距離fmまでの短焦点距離側ズームリング域Zwでは、第2サブ群S2は第1サブ群S1に対して接近した狭間隔、第3サブ群S3に対して離間した広間隔を保持する。そして、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）と第2変倍レンズ群20（第2群枠21）は、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

【0071】B；中間焦点距離fmにおいて、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）と第2変倍レンズ群20（第2群枠21）は、短焦点距離側ズームリング域Zw内の長焦点側端部における位置よりも像面側に移動する。また、第2サブ群S2は、第1群枠11のガイド溝13内で像面側の移動端に達し、第1サブ群S1に対して離隔した広間隔、第3サブ群S3に対して接近した狭間隔をとる。

【0072】C；中間焦点距離fmから長焦点距離端ftまでの長焦点距離側ズームリング域Ztでは、第2サブ群S2は、第1サブ群S1に対して離隔した広間隔、第3サブ群S3に対して接近した狭間隔を保持する。そして、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）と第2変倍レンズ群20（第2群枠21）は、中間焦点距離fmでの像面側への移動後の位置を基準にして、互いの空気間隔を変化させながらともに物体側に移動する。

【0073】図は、簡易的なもので、第1変倍レンズ群10（第1群枠11）と第2変倍レンズ群20（第2群枠21）のズームリング基礎軌跡を直線で描いているが、実際には直線であるとは限らない。

【0074】フォーカシングは、焦点距離域に拘わらず、第1サブ群S1ないし第3サブ群S3を一体に移動させて（つまり第1変倍レンズ群10（第1群枠11）を移動させて）行う。

【0075】以上のズームレンズ系のズームリング基礎軌跡は、第1ないし第6の実施形態と同じく、中間焦点距離fmにおいて不連続であるが、短焦点距離端fw、中間焦点距離fm（不連続点）及び長焦点距離端ftでの第1サブ群S1（第1レンズ群L1）、第2サブ群S2

（第2レンズ群L2）、第3サブ群S3（第3レンズ群L3）及び第4レンズ群L4の位置を適当に定めることにより、常時正しく像面に結像するような解が存在する。そして、このようなズームリング基礎軌跡によると、高ズーム比でありながら小型のズームレンズ系が得られる。

【0076】前述のように、本発明のズームレンズ系は、撮影レンズ系とファインダ光学系が別々の光軸を有するカメラの撮影レンズ系として用いるのが实际的である。そして、各レンズ群の撮影時のズームリング時の停止位置は、ズームリング基礎軌跡上において、ステップワイズに定める、つまり複数段の焦点距離ステップとするのがよい。図8、図9は、各レンズ群のズームリング時の停止位置をステップワイズにした場合の例を示している。この例は、図1の第一の実施形態を例にしたもので、図1の構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付している。ズームリング基礎軌跡は、破線で示しており、撮影時の第1群枠11と第2群枠21のズームリング時の停止位置を、破線のズームリング軌跡上に黒丸で示している。また、図9は、図8の黒丸を滑らかな曲線で接続した移動軌跡を実線で描いたもので、実際の機械構成では、第1群枠11と第2群枠21をこのように移動させることができる。

【0077】以上の各実施形態では、便宜上、各レンズ群を単レンズとして図示したが、これらは勿論複数のレンズから構成することができる。

【0078】

【発明の効果】本発明によれば、高ズーム比で小型のズームレンズ系が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるズームレンズ系の第1の実施形態のズームリング基礎軌跡を示す図である。

【図2】本発明によるズームレンズ系の第2の実施形態のズームリング基礎軌跡を示す図である。

【図3】本発明によるズームレンズ系の第3の実施形態のズームリング基礎軌跡を示す図である。

【図4】本発明によるズームレンズ系の第4の実施形態のズームリング基礎軌跡を示す図である。

【図5】本発明によるズームレンズ系の第5の実施形態のズームリング基礎軌跡を示す図である。

【図6】本発明によるズームレンズ系の第6の実施形態のズームリング基礎軌跡を示す図である。

【図7】本発明によるズームレンズ系の第7の実施形態のズームリング基礎軌跡を示す図である。

【図8】本発明によるズームレンズ系の構成レンズ群の撮影時の停止位置の例を示す図である。

【図9】同停止位置の例と、実際のレンズ群の移動軌跡の例を示す図である。

【符号の説明】

L1 第1レンズ群

10

20

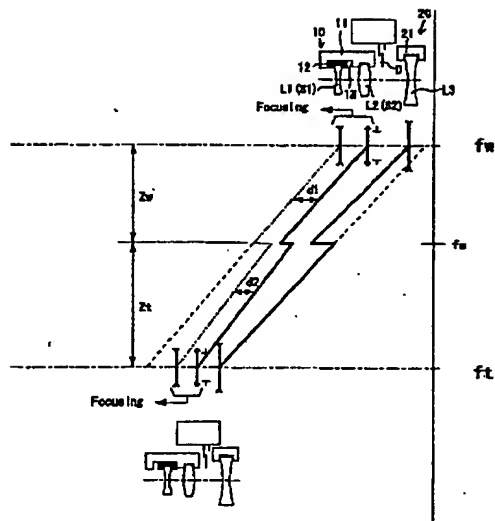
30

40

50

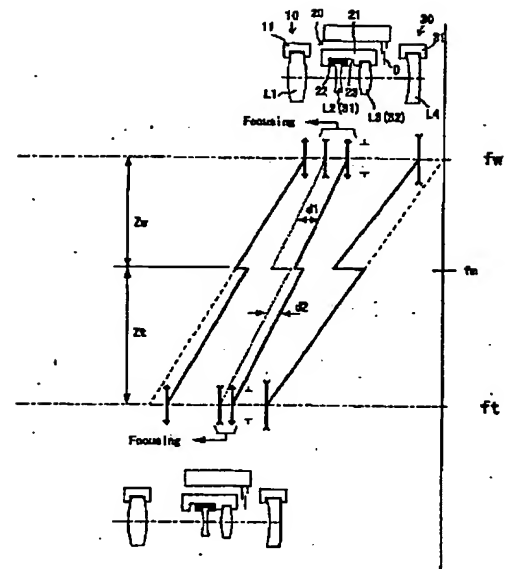
- L 2 第2レンズ群
- L 3 第3レンズ群
- L 4 第4レンズ群
- S 1 第1サブ群
- S 2 第2サブ群
- S 3 第3サブ群
- S 4 第4サブ群
- 1 0 第1変倍レンズ群
- 1 1 第1群枠

【図 1】

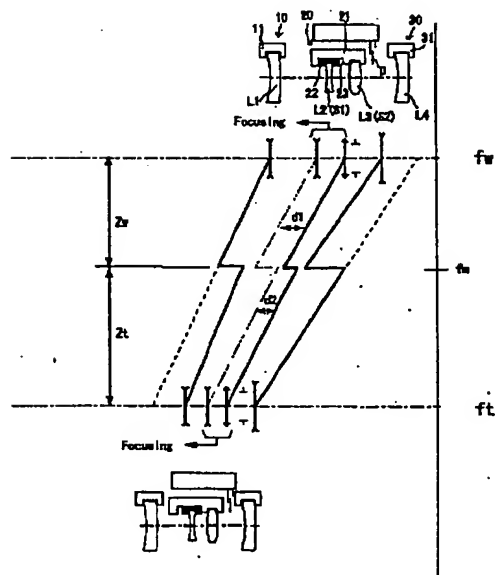


- 1 2 可動サブ群枠
- 1 3 ガイド溝
- 2 0 第2変倍レンズ群
- 2 1 第2群枠
- 2 2 可動サブ群枠
- 2 3 ガイド溝
- 3 0 第3変倍レンズ群
- 3 1 第3群枠

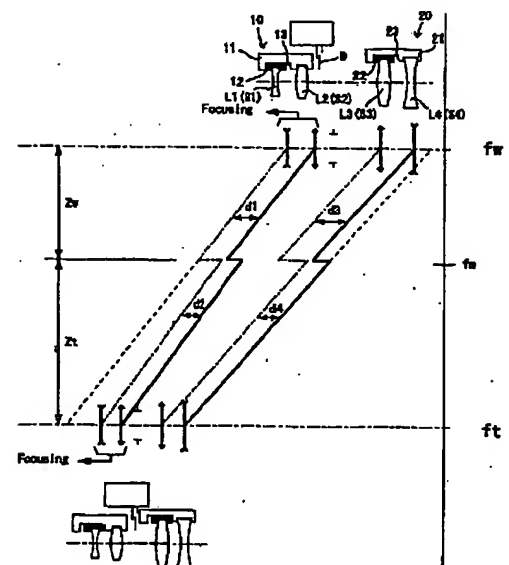
【図 2】



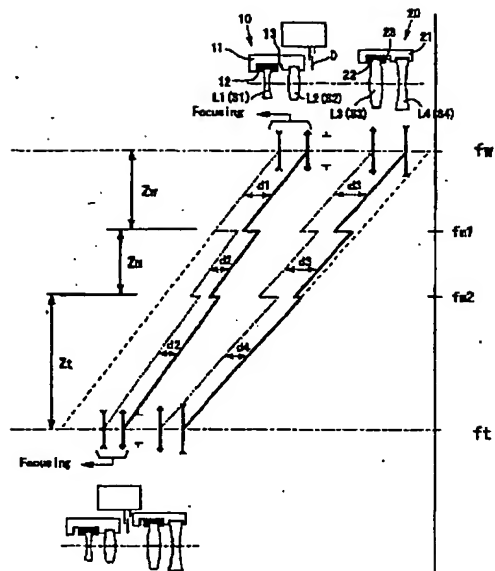
【図 3】



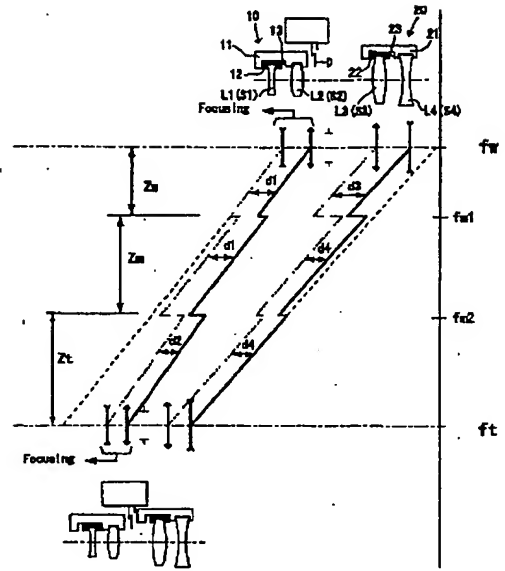
【図 4】



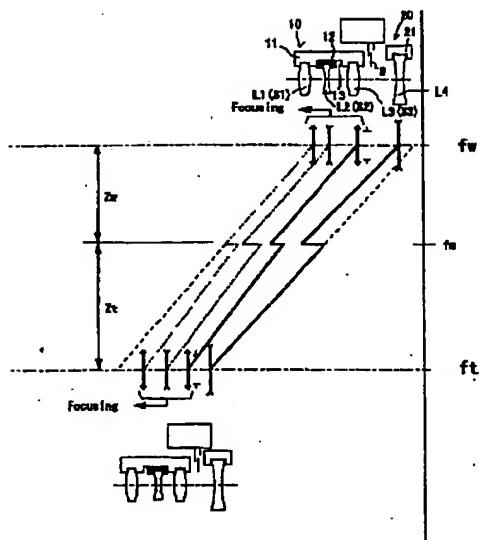
【図5】



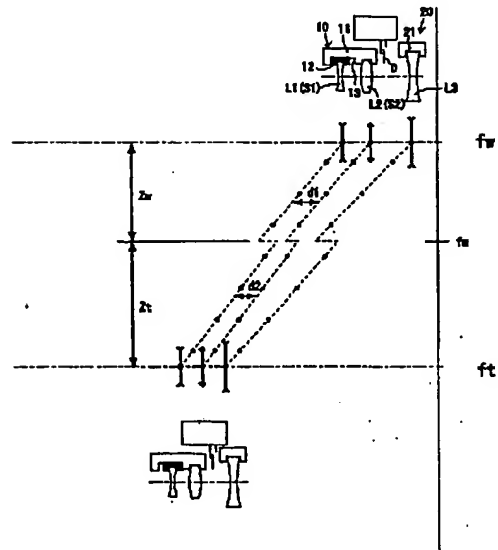
【図6】



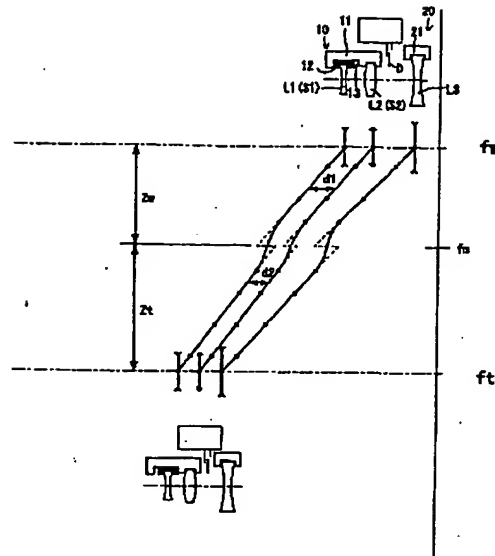
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 孝之
東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光
学工業株式会社内

(72)発明者 石井 慎一郎
東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光
学工業株式会社内

Fターム(参考) 2H087 KA01 MA12 MA13 SA00 SA06
SA10 SA13 SA14 SA16 SA20
SA62 SA63 SA64 SA81